

ユビキタス環境における人とモノの インタラクション場面の分析手法の検討

新垣 紀子^{*1} 野島 久雄^{*1} 北端 美紀^{*1} 小野澤 晃^{*1} 佐藤 浩司^{*2}

概要 - 日常場面において人とモノがどのようにインタラクションをしているのかを解明するために、ある韓国の家庭の中にあつたすべてのモノを収集してデータベース化した国立民俗学博物館の「2002年 ソウルスタイル展」のデータベースと、その家の中での家族メンバーの日常生活を撮影したビデオを対象として分析をおこなった。ビデオでの場面(朝食の支度など)は、さらに細かなレベルとして分節化し、最後は家の中のモノと具体的な関わりを持つレベルまで細分化して記述をおこなった。このような分析をおこなうことによって、身の回りのモノにタグが付くユビキタス環境におけるサービスのあり方についての考察をおこなった。

Analysis of human-object interaction process in ubiquitous environment

Noriko SHINGAKI^{*1}, Hisao NOJIMA^{*1}, Miki KITABATA^{*1}, Akira ONOZAWA^{*1}, Koji SATO^{*2}

Abstract - To examine how people interact with everyday objects around them, we used a database created for Seoul Style 2002 exhibition by National Museum of Ethnology. The database consisted of complete set of objects in a certain house in Seoul, Korea. We analyzed video of members of the family who lived in the house. We first identified commonplace daily activities, such as mother's making breakfast, and divided them into much smaller components (Basic levels), and finally, to subordinate level, in which people actually interact with physical objects themselves. This level corresponds to keystroke model in GOMS model by Card, Moran, and Newell (1983). By analyzing human activities with relevant objects, we tried to make a model of human actions, and which kind of services are actually feasible in coming ubiquitous environments which are full of ubiquitous tags on all objects around us.

Keywords: interaction, ubiquitous service, cognitive processes, GOMS model

1. はじめに

本研究の目的は、日常場面において人とモノがどのようにインタラクションしているのか、またユビキタス環境においてそのインタラクションを支援するために何をすべきなのかを検討することにある。ユビキタス支援環境では、モノにタグなどの知的な情報を付加することによって、日常場面における人の問題解決行動の支援が可能になるといわれている。屋外では、GPSを利用して人の移動経路の検出が可能になった。そのため、人や車の位置情報に応じた情報提示などのサービスが可能になってきた。また、

屋内でも人や物の位置情報を取得するためのセンサやタグ、位置検出システムなどが開発されてきている [1]。六本木ヒルズの図書館のように全ての図書にタグをはり、その位置情報を管理するシステムもすでに実現されている。このようにユビキタス環境が整備されていくことによって、そこで生活する人々の問題解決行動を支援することが期待されてきている。

しかしながら、これらの多くはまだ実験室レベルでの取り組みに留まっており、技術的な検討はなされても、人々の日常生活において、いったいどのようなモノにタグをつけたらいいのか、またモノにどのような情報を付加するとどういことができるのか、人の行動の支援を行うアプリケーションはいかなる形であると人の役にたつのかなどについての検

*1: NTT マイクロシステムインテグレーション研究所

*1: NTT Microsystem Integration Laboratories

*2: 国立民族学博物館

*2: National Museum of Ethnology, OSAKA

討は、まだ十分行われているとは言えない。

本論文では、私たちは、人の行動支援を行うアプリケーションを検討するための手がかりとして、人が日常生活において行う行動（人とモノのインタラクション場面）のモデル化を検討し、そのモデル化をおこなうためにはどのような情報が必要であるかを明らかにする。そのモデルにより、例えば、なくしモノ検索などのサービスの方式 [2] や人の行動支援を行う方式を検討することが可能になると考えられる。

2. 関連研究

日常場面における人とモノの関わりをモデル化することに関連する既存の研究として次の二つの領域に注目した。一つは、生態学的な観点から、生活の場においてどのようなモノがどれくらいあり、人がその中でどのような活動をしているかに関する研究である。もう一つは、人の行動の詳細をモデル化するための試みである。

2.1 モノと人の生態学的研究

2.1.1 モノに関する生態学的調査

われわれは、いったいどれだけのモノに囲まれているのだろうか。人の家の中にあるモノの数についての調査の歴史は日本では大正時代までさかのぼる。「考現学」の祖といわれる今和次郎は、1925年にある新婚家庭の家にある家財道具すべてのリストを調査している [3]。また、1975年から1992年にかけて行われた日本の家庭の生活財調査では、1975年には、調査対象項目として約2000種類の品物名が並んだリストを用いていたのが、1992年には4000種類のリストが必要になったことからわかるように、家の中にあるモノの種類は非常に多くなってきているということがわかる [4]。しかしながら、これらの調査は悉皆調査ではないため、人とモノのインタラクションを分析するための基礎資料とするには不十分である。

2.1.2 人の動きに関する研究

日常場面で人が行動をしているときにどのように人が動いているのかについての移動は、GPS/PHSなどの位置情報取得のためのインフラができる以前からおこなわれていた。たとえば、今和次郎は、昭和初年に銀座をぶらぶら歩きしている人々の行動を追跡・観察することによって、人々の移動の流れを分析している [3]。

家の中の人の動きは「動線」と呼ばれ、その動線を

分析することによって生活のしやすい間取り・機器の配置などのデザインに反映させるという研究が行われている。たとえば、流し台と作業スペースの位置関係を人の行動を分析することにより評価し、最適な配置を検討するという試みがなされてきた [4]。

2.1.3 人と外界のインタラクション分析

一方、ユビキタス環境を作成して、それに応じたインタラクションを記述して、コーパスを作成する試みもなされている [6]。RFID タグを環境に埋め込み、人はウェアラブルな装置をつけ、モノが人のつけているカメラの視界に入れば、モノとのインタラクションであると判断され、人が視界に入れば、議論が行われていると判定している。しかしながら、これは限られた実験室環境で調査されたものであり、実際の人が生活する場での人とモノのインタラクションを分析したものとはいえない。

2.1.4 人の行動モデル作成のアプローチ

人が日常場面でいろいろなモノとインタラクションをしている場面をモデル化するためには、人の行動モデルを作る必要がある。たとえば、Taylor は、労働者がおこなっている作業を個々のステップに分解することによってモデル化することによって、労働者の労働成果を客観的に見積もろうと考えたのである [7]。

また、Card らは、ヒューマンインタフェース研究の流れの中で、人がエディタなどの道具を使っている家庭を詳細に分析し、GOMS モデルと呼ばれる人の行動のモデルを構築した [8]。これは、人の行動を「エディタを利用してテキストを編集する」というような Unit Task のレベルを「ファイルを開く」、「キーを入力する」というより詳細な Key Stroke level までの階層構造で記述する。そして、詳細レベルでは、一つ一つの動作の時間を見積もることができることから、これらを組み合わせてタスク全体の時間を予測することができるというものである。

2.2 本論文のアプローチ

本論文では、人とモノのインタラクション場面を記述する方法を検討する。そのためには、その場面においてインタラクションの候補となるモノの一覧が必要になる。また、そのモノと人のインタラクションを記述する枠組みが必要である。ここでは、そのデータベースとして、国立民族学博物館が収集した「ソウルスタイル2002」のデータベースを利用すると共に、そこで撮影された日常生活場面のビデオを分析し、Card らの GOMS モデルの枠組みを利用

して、日常生活におけるモノと人のインタラクションモデルを記述することを試みた。

3. 人はどれだけモノを持っているのか：ソウルスタイルデータベースを用いたアプローチ

「2002年ソウルスタイル 李さん一家の素顔のくらし」は、国立民族学博物館で、2002年に行われた展示で、ソウルに住む李さんという一家の家の中のもの全て、すなわち家具をはじめとして家族の衣服、給与明細、子供のおもちゃ、成績表、スナップ写真や手紙類など、わずかな例外を除いた全てのものを展示という形で示した調査である [9]。2002年に国立民族博物館での展示が終わった後もさらに詳細な資料のデータベース化がおこなわれている。

現時点では以下のような概要が得られている。

李さん一家の調査の概要：

- ・ 家族構成：父、母、祖母、長男、長女の5人
- ・ 家：ソウルのアパート暮らし (Fig. 1 参照)
- ・ 調査項目
 - ・ 生活財名称、数量、場所、
 - ・ 使用者、使用頻度、使用年代、
 - ・ 入手方法、時期、価格など
- ・ 調査結果概要：
 - ・ モノ (生活財) の種類：7,551 種 (区別されるモノ)
 - ・ モノの点数：13,555 点 (仮集計)

この調査から、李さん一家 (家族5人) のアパートの中の「どこ」に「何」があって、それは「誰が」主に利用していたのかということなどを詳細に知る

ことができる。一家族の事例に留まるという制約はあるもののソウルスタイルのデータのユニークなところは、すべてのモノがもれなくリストアップされ、その位置と意味についてのデータが作り上げられているところにある。

4. ソウルスタイルデータベースに基づいた行動分析

本研究では、この李さん一家の家にあるすべてのモノのデータベースと、一家の一日の生活を記録したビデオから得られる人の行動を照らし合わせることによって、人のモノのインタラクションのモデルのための記述が可能であるかどうかを検討した。具体的に分析をしたのは、家の中の滞在時間が長くモノとの関わりが多い (Fig. 3 参照) オモニが朝起きてから、朝食、見送りを行うまでの場面をビデオに記録したものである [10]。

分析は、GOMS モデルの記述のレベル [7] および Rosch の Categorization の理論 [11] を参考にして、人の行動を以下のように分類した。全ての人の行動をモデル化することは難しいため、モノを中心に考えてモノが移動することを一単位 (SubOrdinate level) としてビデオを切り出した。ここで、Unit Task とは、私たちが一般的にひとまとまりの行動として考えるもの (朝食を取る、買い物に行く等) を指す。この Unit Task は、いくつかの部分 (Super Ordinate: 朝食の下ごしらえ、配膳、食事、後片付け等) に分かれる。Basic Level は、人が行うひとまとまりの作業 (棚から食器を取る、テーブルにお箸を並べるなど) で、人の行動の基本単位になるものと考えている (たとえば、人に作業を依頼するとき「お箸を



Fig.1 ソウルスタイル：李さんの家の配置図 [9]

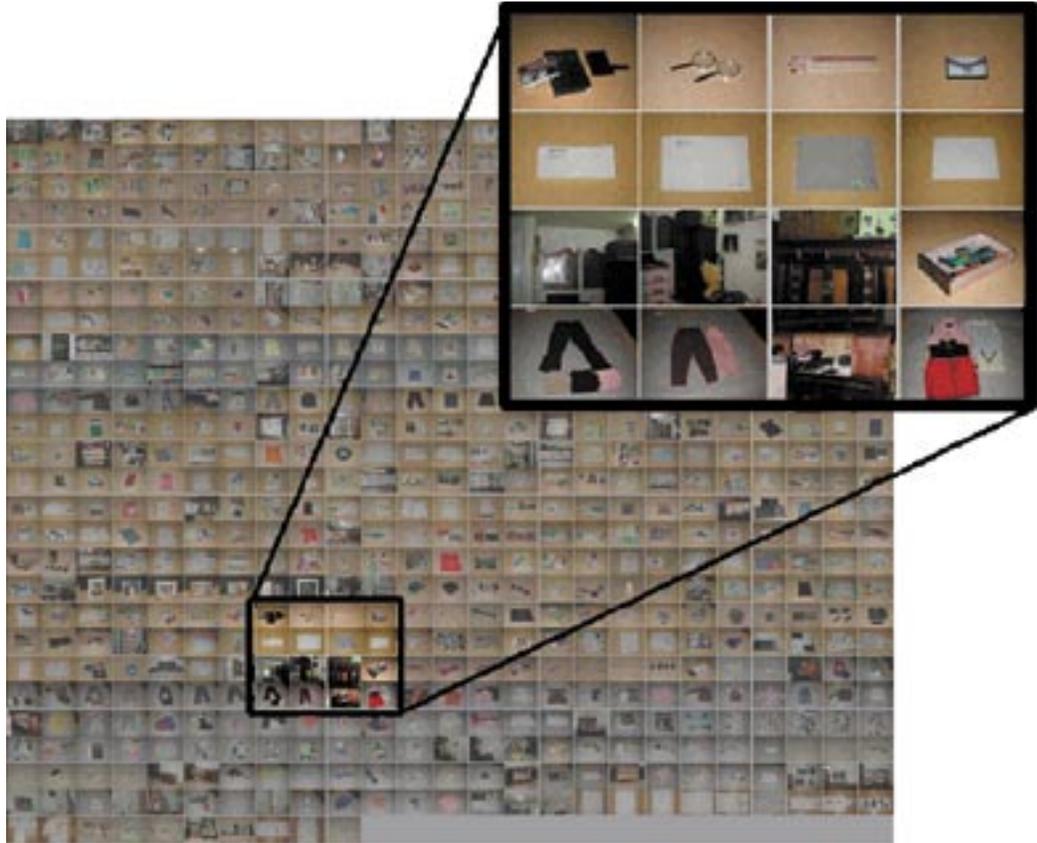


Fig.2 ソウルスタイル：子供部屋で調査した生活財一覧 ([9] より引用)

並べて」「お皿を取ってきて」のように使われる日常的な動作)[10]。Subordinate level は、個々のモノとの個別のインタラクションのレベルである(食洗器の扉を開ける、食器を取り出しテーブルに置く、など)。

以下のように定義した。

■ Unit Task：タスクの大分類：朝食など

・ Super Ordinate：タスクの中分類：朝食準備など

・ Basic Level：いくつかのインタラクションの組み合わせでできるタスク：食器洗いからお皿をとるなど

・ Sub Ordinate：人とモノのインタラクションが発生するレベル

■ Interaction：モノと人の関わりかたの内容：接触、移動、人による装着など

■ Person：モノと関わっている人

■ Object：移動、接触対象となったモノ

■ Record：ソウルスタイルデータベースにおける ID

■ Position：移動前と移動後のモノの位置：ソウルスタイルデータベースの中のモノ(流し台、パソコンの台など)の位置

オモニ(母)の行動の記述例を Table.1 に示す。

シーン切り替えの後の網掛けの行は、インタラクションにより、モノがどこからどこへ移動したかということをもとめたものである。その下の白い部分に SubOrdinate 単位を記述した。

5. 議論

ここでは、「ソウルスタイル」のような完全なデータベースを利用して、その上で人が行動している場面を分析するという試みをおこなった。本節においては、そうした取り組みからどのようなことが得られると考えられるかについて述べる。

5.1 行動のモデリングの可能性

人、そしてその人を取り巻くすべてのモノに各種のタグが付き、そのモノに加えられた操作、位置の移動、変形などがすべて記録されるようになれば、今回人手で行ったモノの移動の記録は自動的に得られることになる。そこから構築された人の行動のモデルを利用することによって、人が何らかの行為を行うときに、どの範囲に存在するどのようなモノとインタラクションをするかを記述することができるとともに、ある状況における人の行動(人とモノとのインタラクション)を予測することができるようになるだろう。さらに、GOMS モデルにおける Keystroke level

Table.1 ソウルスタイル：オモニ（母）の朝の行動の記述例

UnitTask	Super Ordinate	Basic Level	Sub Ordinate	interaction	person	object	record	position			
								before		after	
<シーン切替え>											
朝食	準備（朝食）	冷蔵庫からお皿と容器（キムチ）を取る		移動	母	お皿	J0035	冷蔵庫	K-2	流し台	K-8-1-1
				移動	母	容器	J0254	冷蔵庫	K-2	流し台	K-8-1-1
			冷蔵庫を開ける	接触	母	冷蔵庫のふた	J0561	冷蔵庫	K-2	冷蔵庫	K-2
			（冷蔵庫の中のお皿を取る	着（母）	母	お皿	J0035	冷蔵庫	K-2	母	
			（冷蔵庫の中）容器を取る	着（母）	母	容器	J0254	冷蔵庫	K-2	母	
			お皿と容器を重ねる	着（母）	母	容器	J0254	母		母	
			冷蔵庫を閉める	接触	母	冷蔵庫のふた	J0561	冷蔵庫	K-2	冷蔵庫	K-2
			流しの前に移動	移動	母			冷蔵庫	K-2	流し台	K-8-1-1
<シーン切替え>											
朝食		食器洗い機からお皿を取る		移動	母	お皿	J0134	食器洗い機	K-8-1-2-2	流し台	K-8-1-1
			食器洗い機のふたを開ける	接触	母	食器洗い機	J0492	食器洗い機	K-8-1-2-2	食器洗い機	K-8-1-2-2
			お皿を取る	着（母）	母	お皿	J0134	食器洗い機	K-8-1-2-2	母	
			食器洗い機のふたを閉める	接触	母	食器洗い機	J0492	食器洗い機	K-8-1-2-2	食器洗い機	K-8-1-2-2
			お皿をまな板の上に置く	脱（母）	母	お皿	J0134	母		流し台	K-8-1-1
				脱（母）	母	まな板	J0529	母		流し台	K-8-1-1
<シーン切替え>											
朝食	食べる（朝食）	箸で豆とキムチを食べる		接触	母	箸	J0522	食卓	D-1-1	食卓	D-1-1
			箸で豆のお皿を突く	接触	母	箸	J0522	母		母	K-8-3-4-3-7
			箸でキムチのお皿を突く	接触	母	箸	J0522	母		母	K-8-3-4-3-7
			箸を置く	脱（母）	母	箸	J0522	母		食卓	K-8-3-4-3-7
朝食		スプーンでスープをお飲む		移動	母	スプーン	J0285	食卓	D-1-1	食卓のお皿	D-1-1
			スプーンをとる	着（母）	母	スプーン	J0285	食卓	D-1-1	母	K-8-3-4-2-3
			スプーンを置く	脱（母）	母	スプーン	J0285	母		食卓のお皿	D-1-1
<シーン切替え>											
見送り	娘の髪を結う	髪をくしで結う		接触	母	くし	H0424	学習机	R2-1	学習机	R2-1
		ヘアゴムとカチューシャを付ける		着（娘）	母	ヘアゴム	I0608	学習机	R2-1	娘	
				着（娘）	母	カチューシャ	I1320	学習机	R2-1	娘	
			髪留めで娘の髪をとめる	着（娘）	母	ヘアゴム	I0608	学習机	R2-1	娘	
			カチューシャをつける	着（娘）	母	カチューシャ	I1320	学習机	R2-1	娘	
			娘は部屋に戻る	移動	娘			学習机	R2-1	子供部屋	

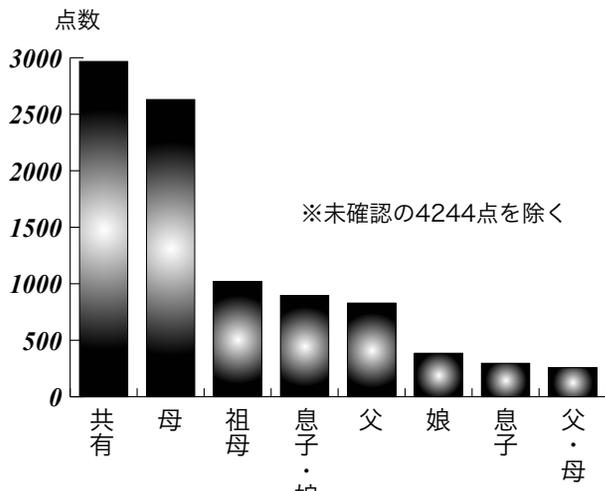


Fig.3 ソウルスタイル：李さん一家の生活財の使用者

の分析と同じように、個々の要素としてのインタラクションに関する時間情報が得られれば、人が行うさまざまな Unit Task の時間を予測することが可能になるだろう。

さらに、家の中における行動の記録から、頻度の多い行動における人の移動距離を短くする家の中におけるモノの適切配置などの提案をすることができると考えられる。

5.2 なくしもの・モノ探しの支援

人とモノのインタラクションのすべてが記録され、また、それがモデル化されることによって、日常場面でしばしば発生しているなくしものがどこで発生し、それを探すために

はどこを探せばよいか明らかになるだろう。このモノ探し、所持品の確認(出かける前の忘れ物検出など)は、ユビキタス環境の中で実現可能なアプリケーションとしてしばしば挙げられるものであるが、それを実現するための基礎的な知見を得るためにも、このようなデータを蓄積することは必要である。具体的には、人がどのような場面でモノをなくしやすいのかという知見が得られる得られるだろう。さらに、行動を予測することにより、アクションスリップによる忘れモノがないように行動支援することも可能になると考えられる。

5.3 モノのデータベースを作る

今回利用したデータベースは、人の行動の分析を目的としたものでも、また、ユビキタス環境におけるモノの研究を目的としたものでもなく、異文化・他者を理解するための一助としての悉皆的に集められたモノのデータベースであった。日本とは異なる文化の、それも一つの家からだけのデータというきわめて限定された資料であるが、これを見ることによって、人が行うなんらかの行動に関わるモノがどれだけあるのか、また、人が生活している場(たとえば、居間、寝室など)に、いったいどれくらいのモノがあるのかを知ることができる。今回対象としたデータベースは、2002年の国立民族学博物館における展示の一年前から、そして現在までも筆者の一人と情報提供者(李さんの家の母)によって営々と構築されてきたものである。そのためにかかった手間と時間を考えると、本データベースのようなものが、現在作られているのと同じ方法で他にも作られるということは考えにくい。

今後、家の中にあるモノにタグの類が貼られることによって、こうしたデータベースを容易に作るができるようになってくるかもしれない。「ソウルスタイル」のデータベース、そしてわれわれが行った検討は、そう言うことができるようになったときに、いったいどのようなことが可能になるのかを調べるための基礎となるものであると考えている。

6. まとめ

本論文では、ユビキタス環境での人とモノのインタラクションを分析するに当たって、すべてのモノの個別の情報が分かったときにどのようなことが可能になるのかを考えるための例題として、国立民族学博物館で収集した「2002年ソウルスタイル」の収蔵品全体のデータベースをもとに、その上で日常生活を行っている家族メンバーの行動を対応付けるということを行った。こうしたモノと結びついた人

の行動の分析は、今後のユビキタス環境における新たなサービスを考える上でも、また、そこにおける人の行動のモデルを考える上でも重要である。

参考文献

- [1] Hightower, J. and Borriello, G., A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing, *Technical Report UW-CSE 01-08-03*, University of Washington, (2001).
- [2] 新垣紀子, 野島久雄, 北端美紀, 小野澤晃: なぜ人はモノをなくすのか? ユビキタス環境における人の認知過程の検討, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, 3321 (2003).
- [3] 今和次郎: 考現学入門, ちくま文庫, (2001).
- [4] 商品科学研究所+CDI: 生活財生態学 III, (1993).
- [5] 武保, 小杉きみよ.: 流し台中心構成の使い勝手の研究; 家政学雑誌, 11 (2), 107-114. (1960).
- [6] 角康之: イベント空間におけるインタラクションの支援から理解へ, 人工知能学会第17回大会, 3E1-02, (2003).
- [7] Taylor, F. W.: 科学的管理法, 産能大学出版部, (1969).
- [8] Card, S. K., Moran, T. P. and Newell, A., *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, (1983).
- [9] 佐藤浩司: 生活財調査; 2002年ソウルスタイル: 李さん一家の素顔の暮らし, 国立民族学博物館, (2002).
<http://www.minpaku.ac.jp/exhibitions/special/200203/>
- [10] 国立民族学博物館: マルチメディア番組: 2002年ソウルスタイル: 李さん一家の素顔の暮らし, 国立民族学博物館, (2002).
- [11] Rosch, E., and Lloyd, B., *Cognition and categorization*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, (1978).